



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

MAPA DE RISCOS DA FEUP – REVISÃO E APLICAÇÃO A CASOS DE ESTUDO

Ana Cláudia Taveira Proença

Orientador: Professor Doutor José Manuel Soutelo Soeiro de Carvalho
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Arguente: Professora Doutora Joana Cristina Cardoso Guedes
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Presidente do Júri: Professora Doutora Maria Luísa Pontes da Silva Ferreira de Matos
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

2017



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt ISN: 3599*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

“Out of this nettle, danger, we pluck this flower, safety.”

William Shakespeare

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por me ensinarem a traçar o caminho mais seguro.

À Paula, por ser o perigo mais seguro que conheço.

Ao João, por ser a segurança mais perigosa que conheço.

Ao meu orientador, José Soeiro de Carvalho, por me dar a liberdade para enfrentar novos riscos.

Ao LEPABE e à professora Lúcia Santos, por se arriscarem a permitir-me entrada no seu espaço e disponibilizarem-se para fornecer todo o apoio necessário.

A todos que me ajudaram neste último ano.

Um **Obrigada**.

RESUMO

O desejo de representar visualmente os riscos no local de trabalho nasceu da necessidade de aumentar a percepção dos trabalhadores e outros utilizadores do espaço em questão para os perigos e respetivos riscos a que estão sujeitos no seu dia-a-dia de uma maneira simples e intuitiva.

Partindo deste tema, esta dissertação, em formato de artigo, encontra-se dividida em duas partes: o artigo de revisão sistemática sobre mapas de riscos em faculdades e o artigo de aplicação de um mapa de riscos a três casos de estudo dentro da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

O objetivo do primeiro artigo foi avaliar o estado de arte em relação a mapas de risco aplicado a edifícios, para suporte da sua aplicação em casos de estudo na FEUP. As bases de dados escolhidas para esta revisão foram a ScienceDirect e a Scopus. O critério de inclusão envolveu artigos escritos entre 2011 e 2016, em inglês, e aqueles se focavam em riscos naturais ou situações de emergência foram excluídos. No total, apenas 8 preencheram os critérios desta revisão. Concluiu-se que há uma falta de informação específica neste assunto e os dados relevantes são muito compartimentados.

O segundo artigo teve como propósito criar uma ferramenta visual para a representação de risco no local de trabalho, tendo como foco a FEUP. Foram escolhidos três tipos de espaços como casos de estudo com base nesta ferramenta: um laboratório químico, uma sala de aula e um gabinete de investigadores. A avaliação de risco foi feita seguindo o método Matricial Simples, identificando a gravidade e a probabilidade de acidente para calcular o risco. Como resultado, revelou-se que o laboratório tem alguns problemas de logística, o principal risco da sala de aula é a nível ergonómico devido às cadeiras pouco otimizadas para o tempo de aula e o gabinete está demasiado sobrelotado para o espaço fornecido.

Por fim, conclui-se que o mapa de riscos é uma ferramenta importante para a identificação de pontos de melhoria de gestão de espaço e logística e para comunicação com a comunidade respetiva. Em trabalho futuro, sugere-se a expansão do mapa para o resto da faculdade e dos fatores de avaliação considerados, como a acústica, qualidade do ar, conforto térmico e explorar mais aprofundadamente fatores de ergonomia.

Palavras-chave: risco, mapa, SIG, faculdade

ABSTRACT

The desire to visually represent risks in the workplace was born from the need to increase the perception of workers and other users of the space in question to the hazards and respective risks to which they are subject in daily basis, in a simple and intuitive way.

Based on this theme, this article formatted dissertation is divided into two parts: the systematic review article on risk maps in colleges and the application of a risk map to three case studies within the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP).

The objective of the first article was to assess the state of the art regarding risk maps applied to buildings, as a support for the consequent study of its application to the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP). The electronic databases chosen for this review were ScienceDirect and Scopus. The inclusion criteria involved articles written between 2011 and 2016, in English, and those which focused on natural risks or emergency situations were excluded. In total, only 8 met the criteria of this review. It was concluded that there is a lack of specific information in this particular matter and the relevant data is very compartmentalized.

The second paper had the purpose to create a visual tool for risk representation on the workplace, focusing on FEUP. Three types of spaces were chosen as the case studies for the basis of this tool: a chemical laboratory, a classroom and a researcher's office. The risk assessment was carried out by following the methodology of a risk matrix by grading the impact and the probability of occurrence. As a result, it was shown that the laboratory had some logistic issues, the main classroom risk was from an ergonomic level due to the poorly optimized chairs for the duration of the classes and the researcher's office was over packed for the provided space.

Finally, it was concluded that the risk map is an important tool for the identification of points of improvement of space management and logistics and for the communication with the respective community. In future work, it is suggested to expand the map for the rest of the faculty and for the evaluation factors considered, such as acoustics, air quality, thermal comfort and more in-depth exploration of ergonomics factors.

Keywords: risk, map, GIS, faculty

ÍNDICE

PARTE 1	1
1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Avaliação de Risco	3
1.2 Mapas de Risco.....	4
1.3 Programas SIG.....	4
2. METODOLOGIA	5
3. RESULTADOS	6
4. CONCLUSÕES.....	9
5. REFERÊNCIAS	9
PARTE 2	11
1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Avaliação de Risco	14
2. METODOLOGIA	15
3. RESULTADOS	17
3.1 Laboratório	17
3.2 Sala de aula.....	21
3.3 Gabinete.....	23
4. CONCLUSÕES.....	24
5. REFERÊNCIAS	25
CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	26
ANEXOS.....	27
1.1 Tabela HMIS	27
1.2 Lista de Reagentes	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo da informação com as diferentes fases de uma revisão sistemática.	5
Figura 2 – Fluxo da informação para as palavras-chave Risk Map GIS building.	6
Figura 3 – Fluxo da informação para as palavras-chave Occupational risk assessment map.	7
Figura 4 – Fluxo da informação para as palavras-chave Workplace hazard map.	7
Figura 5 – Processo de perceção de risco. Adaptado de Safety Institute of Australia, Lda.	15
Figura 6 – Legenda para o sistema HMIS. Fonte: ILPI.	16
Figura 7 – Mapa em QGIS da distribuição espacial dos equipamentos em E201.	17
Figura 8 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco à saúde em E201.	18
Figura 9 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco de inflamabilidade em E201.	18
Figura 10 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco de instabilidade em E201.	19
Figura 11 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco físico em E201.	19
Figura 12 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco ergonómico em E201.	19
Figura 13 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco em E201.	20
Figura 14 – Planta de Emergência no Edifício E, piso 2.	20
Figura 15 – Mapa em QGIS da distribuição espacial dos equipamentos e zonas em B025.	21
Figura 16 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco ergonómico em B025.	21
Figura 17 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco físico em B025.	22
Figura 18 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco em B025.	22
Figura 19 – Planta de Emergência no Edifício B, piso 0.	22
Figura 20 – Mapa em QGIS da distribuição espacial dos equipamentos em G408.	23
Figura 21 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco ergonómico e físico em G408.	23
Figura 22 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco em G408.	23
Figura 23 – Planta de Emergência no Edifício G, piso 4.	24
Figura 24 – Tabela HMIS.	27

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de artigos selecionados	8
Tabela 2 – Valores de Probabilidade e Gravidade de acordo com o método Matricial Simples ..	17
Tabela 3 – Matriz de risco de acidente de acordo com o método Matricial Simples.....	17
Tabela 4 – Lista de Reagentes no Laboratório E201	28

SIGLAS E ABREVIATURAS

APS – Análise Probabilística de Segurança

ECHA – European Chemicals Agency

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EU-OSHA – European Agency for Safety & Health at Work

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

HMIS – Hazardous Materials Identification System

LEPABE – Laboratory for Process Engineering, Environment, Biotechnology and Energy

NFPA – National Fire Protection Association

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

PRISMA – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis

QRA – Quantitative Risk Assessment

QUORUM – Quality of Reporting of Meta-analyses

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

PARTE 1

A primeira parte desta dissertação resultou do trabalho elaborado para a Unidade Curricular de Projeto de Dissertação. Esta permitiu cimentar as bases com a revisão bibliográfica do tema, analisando o estado da arte em que se encontra e procurando casos de estudo relevantes. Nesta situação inicial, ainda não estava definido a amplitude do projeto, portanto a pesquisa foi generalizada para situações de elaboração de mapas de risco em contexto universitário. Este artigo de revisão sistemática foi escrito segundo a metodologia PRISMA.

Mapa de riscos da FEUP com base em SIG – Revisão Sistemática

Ana Cláudia Taveira Proença

MESHO – Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

ABSTRACT: The objective of this systematic review was to assess the state of the art regarding risk maps applied to buildings, as a support for the consequent study of its application to the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP). The electronic databases chosen for this review were ScienceDirect and Scopus. The inclusion criteria involved articles written between 2011 and 2017, in English, and those which focused on natural risks or emergency situations were excluded. In total, only 8 met the criteria of this review. It was concluded that there is a lack of specific information in this particular matter and the relevant data is very compartmentalized.

Palavras-chave: risco, mapa, SIG, faculdade, revisão sistemática

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da vida, estamos expostos a vários tipos de perigo com variados graus de risco associados, muitas vezes sem consciência ou valorização da sua existência. Estes podem ser encontrados em casa, em espaços públicos e até no local de trabalho.

Os riscos ocupacionais incidem sobre a saúde humana e o bem-estar dos trabalhadores em qualquer profissão, desde os postos de trabalho mais perigosos aos mais inócuos. A identificação dos perigos e o reconhecimento dos riscos ocupacionais são os primeiros passos para elaborar e implementar em programas de segurança do trabalho com o intuito de reduzir os riscos para manter a qualidade de vida dos trabalhadores e a segurança da empresa.

Uma faculdade, sendo um local de ensino, é também um local de trabalho com os seus riscos inerentes. O caso específico deste estudo é a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), que, com uma área total de 93.918 m² e 15 edifícios, divididos entre os quais os 6 departamentos, blocos de aulas, auditório e biblioteca¹, é das

maiores faculdades a funcionar atualmente em Portugal.

O objetivo deste estudo é identificar as zonas de maior risco na FEUP e para isso, é necessário inicialmente fazer o levantamento de informação relevante a esta meta e estabelecer o estado da arte.

1.1 Avaliação de Risco

A identificação de perigos é de extrema importância na gestão de riscos. É o primeiro passo para a prevenção de acidentes e as suas consequências (Xin, Khan, & Ahmed, 2017).

As metodologias de avaliação de riscos têm evoluído para incluir diversos tipos, como a análise quantitativa de riscos (QRA) e a análise probabilística de segurança (APS), em que a identificação dos perigos é crucial. Apesar de ser difícil identificar todos os perigos existentes, as técnicas de identificação têm evoluído ao longo das décadas considerando cada processo e cada área específica, deste modo conseguindo

¹ Informação retirada de “FEUP em Números” em https://sigarra.up.pt/feup/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=21919

melhorar a eficiência da avaliação de riscos para um nível satisfatório (Xin, Khan, & Ahmed, 2017).

Os métodos de cálculo tradicionais têm sofrido poucas alterações ao longo dos tempos, tendo como base as fórmulas simplificadas como $\text{risco} = \text{probabilidade} \times \text{gravidade}$, ou $\text{risco} = \text{exposição} \times \text{probabilidade} \times \text{consequência}$, ou $\text{risco} = \text{ameaça} \times \text{vulnerabilidade} \times \text{consequência}$ (Cox, 2012). Estas fórmulas fazem parte da maioria do *software* de avaliação de risco utilizado em empresas públicas e privadas. A partir destes índices de risco, é possível criar matrizes de risco, mapas, e outros tipos de exposição de resultados que são úteis na sua aplicação na gestão de risco empresarial, na análise de risco de terrorismo e, principalmente, na segurança ocupacional (Cox, 2012).

1.2 Mapas de Risco

Muitos dos contribuintes para o desenvolvimento na área de análise de risco têm argumentado que este processo de avaliação de risco é uma mistura entre a arte e ciência (Moen & Ale, 1998).

O aumento do uso de mapas para a comunicação da informação é o reflexo da tendência crescente da utilização de suporte visual na transmissão de informação importante e da definição de problemas e efeitos em termos de planeamento espacial (Moen & Ale, 1998).

Os mapas constituem uma ferramenta importante para comunicar de maneira simples e organizada o resultado de avaliações de risco complexas aos *stakeholders*, tais como trabalhadores, a comunidade local e restantes partes interessadas (Lahr & Kooistr, 2010).

O responsável pela execução do mapa tem, portanto, a responsabilidade de conseguir transmitir a mensagem o mais

completa possível de maneira mais eficiente para compreensão do utilizador. Desta forma, é criada uma ponte entre os especialistas na área e utilizadores em geral de forma a partilhar informação crucial. Esta correta comunicação de riscos é decisiva para a gestão de riscos, tomadas de decisão e implementação de medidas e políticas necessárias, prevenindo assim preocupação desnecessária ou falta de preocupação nos pontos que realmente interessam a todos envolvidos (Lahr & Kooistr, 2010).

Os tipos de mapas de risco mais importantes na literatura são mapas de contaminação, mapas de exposição, mapas dos perigos, mapas de vulnerabilidade e mapas de risco que combinam os dois anteriores. A questão mais importante que deve ser abordada aquando a elaboração destes mapas é a perceção do risco, o público-alvo, escala e agregação espacial e a utilização de cores e símbolos para uma melhor identificação visual (Lahr & Kooistr, 2010).

A evolução de Sistemas de Informação Geográfica nestas últimas décadas tem auxiliado o desenvolvimento dos mapas de risco, permitindo a análise de informação e a sua representação espacial de maneira exata e precisa.

1.3 Programas SIG

O conceito de Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS - Geographic Information System) foi primeiro utilizado por Roger Tomlinson, em 1968, quando escreveu "A Geographic Information System for Regional Planning", sendo, portanto, conhecido como o pai do SIG. Uma das primeiras utilizações de grande sucesso foi, no entanto, anterior à oficialização do conceito, com a criação do mapa dos casos de cólera por John Snow, em 1854, que permitiu

associar as ocorrências com a proximidade de fontes de água (Foote & Lynch, 2015).

Com o desenvolvimento de hardware e software tecnológico, a representação geográfica e a sua análise especial de todos os tipos de informação foram exponencialmente melhoradas. Os dados geográficos podem ser combinados com informação que é relevante para a investigação em particular (caraterísticas ambientais, concentração de contaminantes, riscos ocupacionais, etc.) e criar mapas utilizando modelos espaciais incorporados no SIG (Lahr & Kooistr, 2010).

Atualmente, o software SIG pode ser facilmente obtido e utilizado, o que significa que qualquer pessoa ou entidade pode gerar mapas nos seus computadores, enquanto que no início deste conceito apenas cartógrafos especialistas conseguiam esta proeza (Lahr & Kooistr, 2010). A concretização do mapa de riscos da FEUP para este estudo, será, portanto, baseada neste software e na avaliação de riscos ocupacionais.

2. METODOLOGIA

Meta-análises e revisões sistemáticas são ferramentas essenciais para recolher o estado de arte mais atual sobre uma determinada área.

Estas permitem os especialistas e interessados estarem atualizados e providenciam evidências para a fundamentação de decisões e intervenções (Liberati, et al., 2009).

A necessidade de criar diretrizes sobre como escrever uma revisão sistemática de forma objetiva e clara deu origem ao desenvolvimento das recomendações QUORUM (Quality of Reporting of Meta-analyses). Este guia detalhado de recomendações foi publicado em 1999 e atualizado em 2009, passando a ser reconhecido por PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis). Esta nova metodologia foi desenvolvida numa reunião de 3 dias em 2005 em Ottawa, Canadá, com extensiva correspondência eletrónica posterior, por 29 autores de revisão, metodologistas, clínicos, editores e consumidores. O objetivo da reunião foi fazer a revisão e expandir o *checklist* e o fluxograma do QUORUM, resultando numa *checklist* com 27 itens e num fluxograma de quatro etapas (Liberati, et al., 2009).

A revisão sistemática deste estudo será baseada nesta metodologia e os resultados serão apresentados seguindo o fluxograma definido na **Figura 1**.

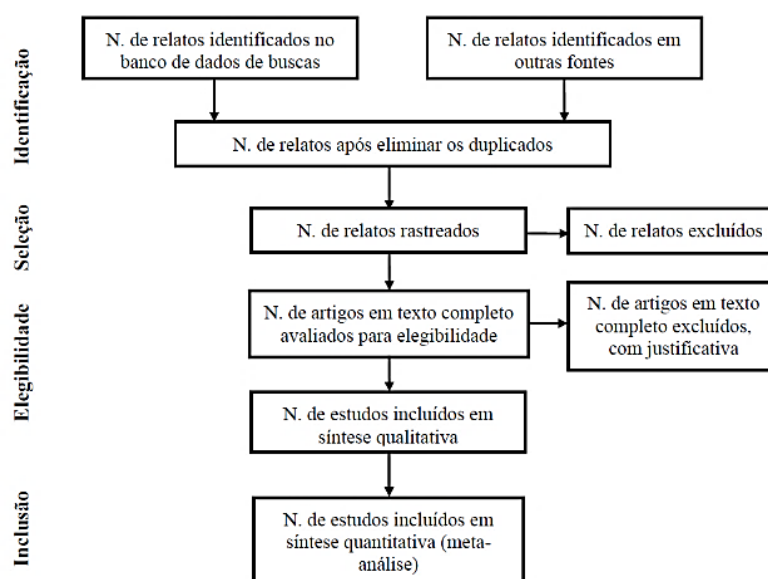


Figura 1 – Fluxo da informação com as diferentes fases de uma revisão sistemática.

Nesta revisão sistemática foram escolhidas como bases de dados a Scopus e a ScienceDirect.

O primeiro parâmetro de exclusão foi a data, pois, considerando que este é um tema relacionado com a aplicação tecnológica de um método, a atualidade da metodologia e do software utilizado é importante. Foi, portanto, definido que seriam excluídos todos os artigos mais antigos que 2011.

O segundo parâmetro foi o tipo de artigo, sendo só considerados artigos científicos e de revisão, sem considerar artigos de conferência e livros, para manter a informação atualizada e de qualidade.

O terceiro parâmetro foi a linguagem, sendo só incluídos na revisão os artigos escritos na língua inglesa.

Por fim, foram excluídos os artigos publicados em revistas que não se enquadravam no tema deste estudo.

A relevância dos artigos incluídos foi posteriormente avaliada, rejeitando os casos sobre riscos naturais e de emergência e restantes temáticas que não se aplicavam ao estudo específico de riscos ocupacionais em edifícios.

3. RESULTADOS

Os resultados das pesquisas com três conjuntos de palavras-chave estão apresentados nas **Figuras 2, 3 e 4**.

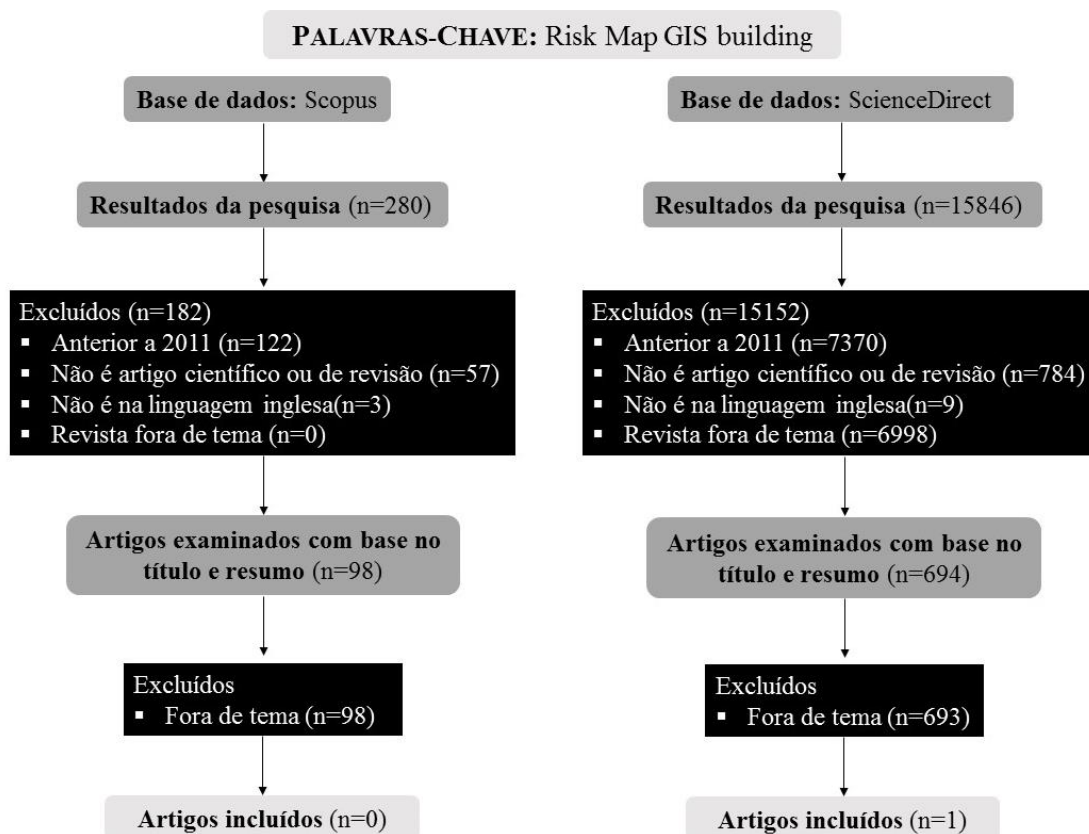


Figura 2 – Fluxo da informação para as palavras-chave Risk Map GIS building.

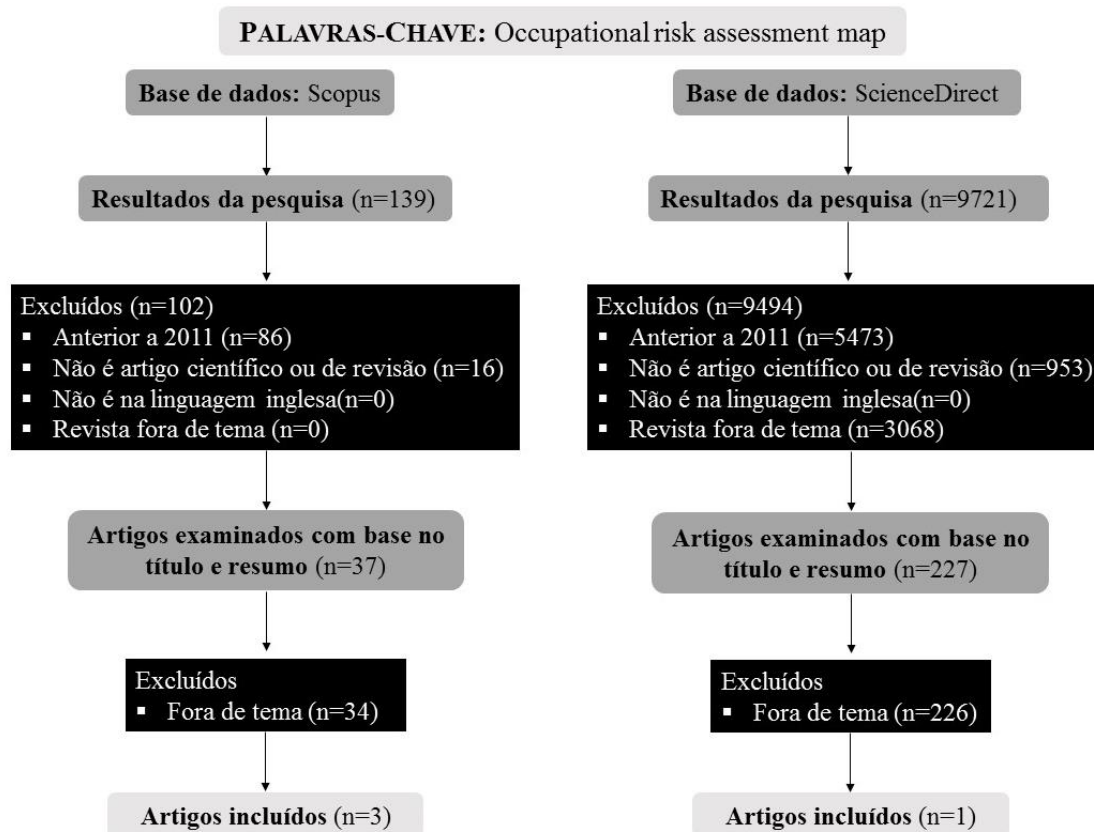


Figura 3 – Fluxo da informação para as palavras-chave Occupational risk assessment map.

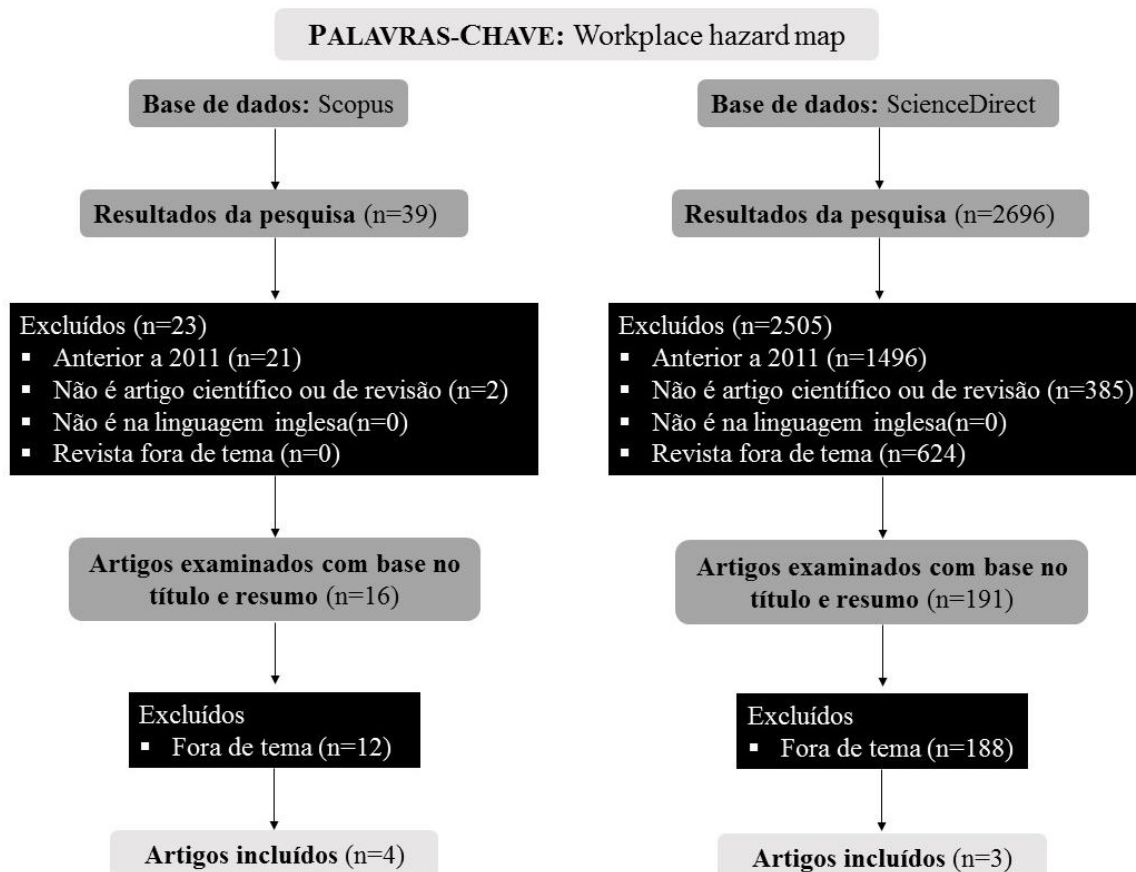


Figura 4 – Fluxo da informação para as palavras-chave Workplace hazard map.

Tabela 1 – Lista de artigos selecionados

Título do Artigo	Ano	Autores	País
All about the Teacher, the Rain and the Backpack: The Lack of a Systems Approach to Risk Assessment in School Outdoor Education Programs	2015	Dallat, Clare; Salmon, Paul M.; Goode, Natassia	Austrália
Indoor Risk Management	2014	Quiamba, Rowena B.	Filipinas
Output distributions and topic maps of safety related journals	2016	Li, Jie; Hale, Andrew	China
Prospects and pitfalls of occupational hazard mapping: "Between these lines there be dragons"	2011	Koehler, Kirsten A.; Volckens, John	EUA
Proximity hazard indicator for workers-on-foot near miss interactions with construction equipment and geo-referenced hazard areas	2015	Teizer, Jochen; Cheng, Tao	Alemanha
Safety assessment in plant layout design using indexing approach: Implementing inherent safety perspective: Part 1 – Guideword applicability and method description	2011	Tugnoli, Alessandro; Khan, Faisal; Amyotte, Paul; Cozzani, Valerio	Itália
Safety assessment in plant layout design using indexing approach: Implementing inherent safety perspective: Part 2—Domino Hazard Index and case study	2011	Tugnoli, Alessandro; Khan, Faisal; Amyotte, Paul; Cozzani, Valerio	Itália
Using hazard maps to identify and eliminate workplace hazards: a union-led health and safety training program	2012	Anderson, Joe; Collins, Michele; Devlin, John; Renner, Paul	EUA

Das três pesquisas literárias resultaram 12 artigos incluídos, sendo 4 repetidos (**Tabela 1**).

O artigo mais recorrente foi de revisão, considerando a visão global dos temas abordados em jornais de segurança e as metodologias mais comuns, no entanto aborda a temática deste estudo de modo bastante leve (Li & Hale, 2016).

O estudo do design do layout foi associado ao incremento da segurança ocupacional por Tugnoli, Khan, Amyotte e Cozzani, e foi considerado e avaliado a sua disposição espacial com os riscos que acarretam, criando um mapa de riscos para auxílio à tomada de decisão sobre segurança (Tugnoli, Khan, Amyotte, & Cozzani, 2011).

Teizer e Cheng analisaram a proximidade do trabalhador ao equipamento e calcularam a variação de risco em áreas

georreferenciadas, aplicado ao setor da construção (Teizer & Cheng, 2015).

Por outro lado, Anderson, Collins, Devlin e Renner, utilizaram os próprios trabalhadores para auxiliarem na identificação dos perigos e na sua sinalização para eliminação, envolvendo toda a empresa na elaboração do mapa de riscos, resultando numa redução mais eficiente e sustentável dos riscos (Anderson, Collins, Devlin, & Renner, 2012).

Em oposição a uma metodologia mais dependente da percepção humana como a anterior, Rowena Quiamba criou uma ferramenta online para gestão de riscos ocupacionais georreferenciados, estando agora patenteada (Quiamba, 2014).

Apesar das diferentes metodologias na elaboração de mapas de risco, Koehler e Volckens defendem que existe muita margem

para erro durante a caracterização dos perigos e a falta de informação exata em geral. No seu artigo analisam diferentes tipos de mapas de risco e erros associados (Koehler & Volckens, 2011).

Por fim, o único artigo com relevância escolar foi escrito por Dallat, Salmon e Goode, no entanto apenas consideram uma avaliação de riscos no exterior do edifício (Dallat, Salmon, & Goode, 2015).

Em geral, a literatura foca-se imenso na prevenção de desastres naturais (derrocadas, sismos, cheias, secas, incêndios), de acidentes industriais de alto risco e na exposição a contaminantes ou riscos ambientais, como a poluição.

Em confronto com os resultados obtidos, para a continuação do estudo deste tema em particular, sugere-se compartimentar tipos de riscos (físicos, químicos, biológicos, etc.) e fazer uma revisão separada por temas.

4. CONCLUSÕES

A revisão sistemática para este tema em específico enfrenta bastantes dificuldades quando o interesse atual se foca nos mapas de risco de riscos naturais e de emergência, ofuscando a aplicação a edifícios em que se considera apenas riscos ocupacionais, principalmente em edifícios não-industriais como uma faculdade.

A maior parte dos estudos a riscos ocupacionais são feitos nas próprias empresas e é raro a divulgação de mapas de risco para a comunidade académica, restringindo o acesso a esta informação.

A informação encontrada acerca deste tema encontra-se compartimentada por tipologia de riscos e metodologias, portanto aquando a continuação deste estudo na aplicação de um mapa de riscos à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto será necessária uma revisão específica para cada tipo de risco que se pretende estudar.

5. REFERÊNCIAS

- Anderson, J., Collins, M., Devlin, J., & Renner, P. (2012). *Using hazard maps to identify and eliminate workplace hazards: a union-led health and safety training program*. *New Solutions*, 22(3), 325-342. Obtido de <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.2190/NS.22.3.f>
- Cox, J. L. (2012). *Evaluating and Improving Risk Formulas for Allocating Limited Budgets to Expensive Risk-Reduction Opportunities*. *Risk Analysis*, 32(7), 1244–1252. doi:10.1111/j.1539-6924.2011.01735.x
- Dallat, C., Salmon, P. M., & Goode, N. (2015). *All about the Teacher, the Rain and the Backpack: The Lack of a Systems Approach to Risk Assessment in School Outdoor Education Programs*. *Procedia Manufacturing*, 3, 1157 – 1164. doi:10.1016/j.promfg.2015.07.193
- Foote, K. E., & Lynch, M. (2015). *Geographic Information Systems as an Integrating Technology: Context, Concepts, and Definitions*. University of Colorado at Boulder, Department of Geography. The Geographer's Craft Project.
- Koehler, K. A., & Volckens, J. (2011). *Prospects and pitfalls of occupational hazard mapping: "Between these lines there be dragons"*. *Annals of Occupational Hygiene*, 5(8), 829–840. doi:10.1093/annhyg/mer063

- Lahr, J., & Kooistr, L. (2010). *Environmental risk mapping of pollutants: State of the art and communication aspects*. Science of The Total Environment, 408(18), 3899–3907. doi:10.1016/j.scitotenv.2009.10.045
- Li, J., & Hale, A. (2016). *Output distributions and topic maps of safety related journals*. Safety Science, 82, 236–244. doi:10.1016/j.ssci.2015.09.004
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., & al., e. (2009). *Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA*. BMJ, 339. doi: 10.5123/S1679-49742015000200017
- Moen, J. E., & Ale, B. J. (1998). *Risk maps and communication*. Journal of Hazardous Materials, 61(1-3), 271–278. doi:10.1016/S0304-3894(98)00132-0
- Quiamba, R. B. (2014). *Indoor Risk Management*. GIM International. Obtido de <https://www.gim-international.com/content/article/indoor-risk-management>
- Teizer, J., & Cheng, T. (2015). *Proximity hazard indicator for workers-on-foot near miss interactions with construction equipment and geo-referenced hazard areas*. Automation in Construction, 60, 58–73. doi:10.1016/j.autcon.2015.09.003
- Tugnoli, A., Khan, F., Amyotte, P., & Cozzani, V. (2011). *Safety assessment in plant layout design using indexing approach: Implementing inherent safety perspective: Part 1 – Guideword applicability and method description*. Journal of Hazardous Materials, 160(1), 100–109. doi:10.1016/j.jhazmat.2008.02.091.
- Tugnoli, A., Khan, F., Amyotte, P., & Cozzani, V. (2011). *Safety assessment in plant layout design using indexing approach: Implementing inherent safety perspective: Part 2—Domino Hazard Index and case study*. Journal of Hazardous Materials, 160(1), 110–121. doi:10.1016/j.jhazmat.2008.02.091
- Xin, P., Khan, F., & Ahmed, S. (janeiro de 2017). *Dynamic hazard identification and scenario mapping using Bayesian network*. Process Safety and Environmental Protection, 105, 143–155. doi:10.1016/j.psep.2016.11.003

PARTE 2

Na segunda parte desta dissertação, que envolve a aplicação prática do tema, os casos de estudo foram definidos pela sua representatividade: um laboratório, uma sala de aula e um gabinete. Foi feita uma nova pesquisa para suportar a criação do mapa de risco com a informação necessária para analisar os espaços em específico. Devido à natureza de maior risco em ambiente laboratorial, foi feito um diagnóstico mais completo, tendo em consideração os reagentes utilizados.

Mapa de riscos da FEUP com base em SIG – Aplicação a casos de estudo

Ana Cláudia Taveira Proença

MESHO – Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

ABSTRACT: The previous systematic review regarding risk maps applied to buildings served as a support for the consequent study of its application to the Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP). With the objective of creating a visual tool for risk representation on the workplace, three types of spaces were chosen as the case studies for the basis of this tool: a chemical laboratory, a classroom and a researcher's office. The risk assessment was carried out by following the methodology of a risk matrix by grading the impact and the probability of occurrence. As a result, it was shown that the laboratory had some logistic issues, the main classroom risk was from an ergonomic level due to the poorly optimized chairs for the duration of the classes and the researcher's office was over packed for the provided space.

Palavras-chave: risco, mapa, SIG, faculdade, casos de estudo

1. INTRODUÇÃO

Em 1989, a Europa marcou uma importante etapa na proteção da saúde e segurança no trabalho com a adoção da Diretiva 89/391/CEE, garantindo mínimos de exigência que podiam ser aceites ou tornados mais exigentes pelos seus Estados-Membros². Assim sendo, todos os trabalhadores têm direito à sua proteção no local de trabalho (Conselho da União Europeia, 1989), tal como o foco deste trabalho, uma faculdade de engenharia que contém uma comunidade e espaço variado na sua extensão. Em virtude da sua proteção, foram avaliados três espaços-tipo: um laboratório, uma sala de aula e um gabinete, sendo o primeiro considerado o espaço com maiores riscos associados, logo exigindo uma avaliação mais aprofundada.

Segundo a American Chemical Society na sua publicação “Identifying and Evaluating Hazards in Research Laboratories” um laboratório, especificamente químico, é um

local onde existe manipulação de quantidades relativamente pequenas de químicos com propósito de pesquisa científica e com intuito não-produtivo (American Chemical Society, 2015). Em Portugal, a maior parte da investigação científica é feita em Unidades de Investigação e Desenvolvimento (I&D) e em Laboratórios Associados financiadas pela Fundação Ciência e Tecnologia (FCT). Atualmente, existem 307 Unidades de I&D que albergam cerca de 22 000 investigadores. Entre estes, encontram-se laboratórios académicos que abarcam laboratórios de pesquisa (investigação) e laboratórios de ensino³. É o local de trabalho para que investigadores e estudantes executem as suas atividades (pesquisas científicas, análises clínicas ou diagnósticos) sob condições controladas e normalizadas de modo a que cada experiência possa ser repetível por outros profissionais da área (American Chemical Society, 2015).

² Informação retirada de “Directiva 89/391/CEE” em <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A31989L0391>

³ Informação retirada de “Instituições de I&D” em <https://www.fct.pt/apoios/unidades/index.phtml.pt>

A realização de experiências em laboratório exige condições mínimas de segurança que seguem um conjunto de normas técnicas estabelecidas por lei, considerando que é um local de trabalho com alto potencial de pequenos acidentes devido à especificidade das atividades que implicam a manipulação de substâncias tóxicas, corrosivas, irritantes, inflamáveis ou instáveis e a utilização de aparelhos, que transferem calor, radiações, vibrações, ruídos. Essas atividades acarretam diversos riscos que podem ser catalogados como riscos biológicos, riscos ergonómicos, riscos físicos e químicos. A própria instalação, montagem, manutenção e funcionamento dos laboratórios implica o cumprimento de critérios de segurança como a temperatura, pressão, humidade, rede elétrica, isenção de contaminantes químicos e biológicos em suspensão no ar, a isenção de vibrações e ruídos, entre outros fatores (American Chemical Society, 2015).

1.1 *Avaliação de Risco*

Todos os riscos durante a atividade no local de trabalho, não só em laboratório como também noutros espaços, podem ser controlados e minimizados quando são postas em prática as medidas de segurança mais adequadas.

A avaliação de riscos é um processo de avaliação da segurança e efeitos na saúde dos trabalhadores decorrentes de perigos no local de trabalho. Este processo pode ser dividido nas seguintes etapas:

1. Identificação dos perigos e dos indivíduos em risco
2. Avaliação e priorização dos riscos
3. Decisão sobre medidas preventivas
4. Adoção de medidas
5. Acompanhamento e revisão

A OSHA disponibiliza um guia de segurança em laboratórios, em que são

abordados conceitos sobre perigos químicos, perigos biológicos e perigos ergonómicos em laboratórios. Foi definida uma hierarquia de controlos para se processar a estratégia perante os perigos no local de trabalho, sendo priorizadas intervenções que permitam o combate ao perigo através da sua eliminação (EU-OSHA, 2010).

Atualmente tem crescido em importância de análise novos riscos emergentes como as nanopartículas e os agentes alergénios e sensibilizadores, no caso de riscos químicos e para os riscos físicos destacam-se a exposição associada a lesões músculo-esqueléticas e a fatores de risco psicossociais; complexidade das novas tecnologias e interfaces homem-máquina, exposição associada a vibrações a posturas incorretas e a trabalho muscular e também o conforto térmico.

Segundo a Agência Europeia dos Produtos Químicos (ECHA), as Fichas de Dados de Segurança (FDS) são uma forma de assegurar que os fabricantes e importadores transfiram informação para toda a cadeia de abastecimento, para permitir uma utilização segura das substâncias e misturas químicas.

Nos laboratórios académicos e instituições de investigação existem diferentes grupos de risco, nomeadamente estudantes, investigadores, professores, empregadas de limpeza e ocasionalmente equipas técnicas de manutenção, cujos níveis de perceção de risco variam consideravelmente. Os novos utilizadores de laboratórios, como estudantes e novos investigadores, estão mais vulneráveis a um risco acrescido, porque desconhecem ou tem pouca experiência com os perigos e riscos relacionados com os produtos e equipamentos laboratoriais e a sua localização.

De acordo com estudos feitos pela OSHA, jovens entre os 18 e os 24 anos estão mais propensos a sofrerem algum acidente no local de trabalho do que as pessoas com mais idade

e mais experiência. A maior probabilidade de acidente está relacionada com tarefas novas, em que o trabalhador não tem experiência ou conhecimento suficiente dos riscos associados, o que ocorre mais frequentemente com jovens. Outras características como a maturidade física e psicológica, nível de competências pessoais para o cargo, conhecimento dos deveres do empregador e dos seus próprios direitos e responsabilidades e a confiança para comunicar a existência de algum problema, influenciam a sua vulnerabilidade a perigos no local de trabalho (EU-OSHA, 2009).

Existe um número variado de fatores que contribuem para o modo como se encara o meio. Por um lado, os fatores internos, como a memória, experiência e stress e, por outro, os fatores externos, como o local de trabalho, a exposição e a informação sensorial que combinados influenciam a perceção pessoal e as decisões a tomar (**Figura 5**).



Figura 5 – Processo de perceção de risco. Adaptado de Safety Institute of Australia, Lda.

Por esta razão, o objetivo principal deste trabalho foi criar uma ferramenta visual de identificação de riscos de modo a melhorar a simplificar a sua perceção por todos os elementos da comunidade FEUP, suportado pelos objetivos secundários de criação de

uma base de dados inicial preenchida pela informação recolhida por observação no local e entrevista com utilizadores desse espaço.

No sentido de sensibilizar e despertar a motivação dos principais intervenientes, esta ferramenta distribui visualmente os níveis de risco no mapa. Esta técnica, permite, de uma forma mais rápida, agrupar os riscos por níveis em zonas específicas do laboratório, permitir um aumento de perceção dos riscos pela sua localização e direccionar as intervenções no local.

2. METODOLOGIA

Para concretizar os objetivos propostos e em seguimento do primeiro artigo de revisão, foi criada uma metodologia para levantamento de informação para alimentar a ferramenta visual de identificação de riscos nos três espaços que são os casos de estudo desta investigação: o laboratório de química E201 denominado de Lepabe (Laboratory for Process Engineering, Environment, Biotechnology and Energy); a sala de aula do tipo anfiteatro B025 e o gabinete G408 onde trabalham vários investigadores.

O laboratório E201, com uma área de 105 m², alberga 16 investigadores e estudantes de mestrado a desenvolver a sua dissertação, sendo apenas 8 utilizadores diários. A sala de aula B025, com uma área de 58 m², tem capacidade para 60 pessoas sentadas. Por outro lado, o gabinete G408, com uma área menor de 14m², é local de trabalho para 5 investigadores, sendo um não-regular.

Foi seguido o seguinte processo para a elaboração deste trabalho:

1. Revisão bibliográfica;
2. Recolha de informação dos espaços físicos a estudar: visita e observação dos espaços em contexto real e entrevista a utilizadores habituais;
3. Identificação dos perigos e riscos associados;
4. Elaboração do mapa de riscos;

5. Análise e diagnóstico final;
6. Sugestão de melhorias e perspectivas para futuro.

Para diferenciar os riscos associados no laboratório, foram divididos por três tipos: risco à saúde, risco de inflamabilidade e riscos de instabilidade (segundo o HMIS I e II, sendo riscos físicos de acordo com o HMIS III), com a adição da necessidade de proteção individual, seguindo o sistema de identificação HMIS.

O HMIS (Hazardous Materials Identification System) foi desenvolvido pelo National Paint & Coatings Association (NPCA) para ajudar os empregadores a cumprir o Hazard Communication Standard (HCS) da OSHA. Este sistema utiliza barras com cores, números (de 0-4) e símbolos para transmitir os riscos dos químicos utilizados no local de trabalho, consoante os três tipos referenciados anteriormente, e o tipo de EPI necessário. Estas são semelhantes ao Diagrama de Hommel ou Diamante de risco, criado pela National Fire Protection Association (NFPA). Este é direccionado para emergências, quando a informação sobre exposições curtas ou agudas é necessária. A barra colorida do HMIS não é para emergências e é utilizada para transmitir informação mais abrangente sobre risco constante à saúde.

Foi escolhido este sistema em detrimento do NFPA 704 porque a ênfase do HMIS nos EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) e a comunicação do risco a curto e longo prazo torna a sua aplicação em locais de trabalho muito mais eficiente na comunicação com os trabalhadores sobre os riscos diários e potenciando a minimização da exposição.

A legenda para o sistema HMIS utilizado encontra-se na **Figura 6**.

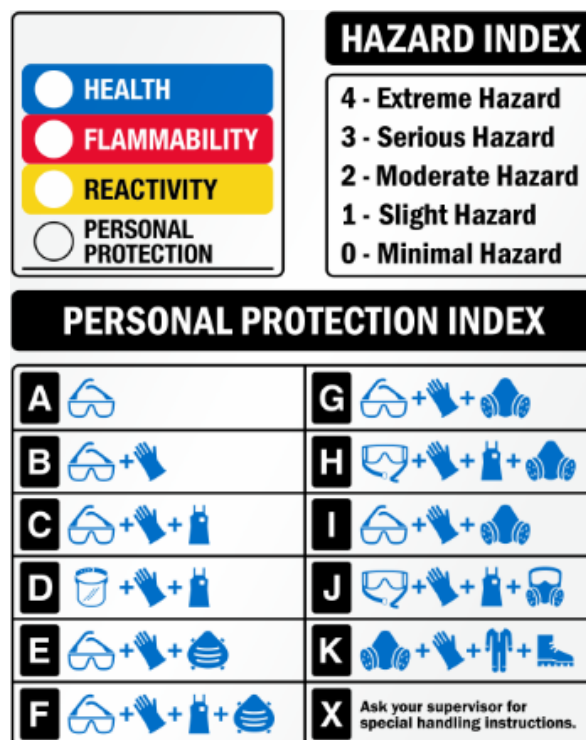


Figura 6 – Legenda para o sistema HMIS.
Fonte: ILPI.

Foram também adicionados riscos físicos (como queda em altura e choque elétrico) e riscos relacionados com ergonomia (manter a mesma posição durante várias horas numa cadeira com design pouco ergonómico, por exemplo), que são mais relevantes para a sala de aula e gabinete.

Na elaboração do mapa de riscos, é importante ter em conta o tipo de contacto com o perigo, podendo este ser por contacto direto, indireto, via percutânea, via aérea e ingestão. Estas diferentes situações estão associadas a diferentes probabilidades de acontecimento, sendo que por exemplo a ingestão é muito mais rara do que contacto direto ou via aérea. Cada tipo terá uma área de influência que é tida em conta na elaboração do mapa.

Assim sendo, dando uma pontuação de gravidade (G) de 1-4 e de probabilidade (P) de 1-4, numa área definida de acordo com o espaço necessário para ocorrer um determinado tipo de contacto, o risco final foi

calculado através do método matricial simples demonstrado abaixo:

$$R = P \times G$$

Sendo P e G de acordo com a **Tabela 2**:

Tabela 2 – Valores de Probabilidade e Gravidade de acordo com o método Matricial Simples

Risco	P	G
1	Improvável	Sem capacidade
2	Raro	Com incapacidade temporária ≤ 30
3	Ocasional	Com incapacidade temporária > 30
4	Frequente	Com incapacidade permanente ou morte

E o risco final de acidente seguido a **Tabela 3**:

Tabela 3 – Matriz de risco de acidente de acordo com o método Matricial Simples

P	G			
	1	2	3	4
1	1	2	2	3
2	2	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	5

Legenda:

1	Atuação não prioritária
2	Intervenção a médio prazo
3	Intervenção a curto prazo
4	Atuação Urgente
5	Atuação muito urgente, requerendo medidas imediatas

Como resultados, foram feitos mapas de gravidade de risco e seguidamente com a ponderação da probabilidade, foi possível concluir os mapas de risco final, utilizando o Excel e o QGIS como ferramentas. Estas camadas de informação podem ser atualizadas no futuro com a eliminação, variação ou adição de riscos através da sua tabela de atributos associada a uma área de influência. Para inclusão de uma nova área de influência, será necessária uma nova camada com a mesma tabela para distribuir a pontuação de cada risco associado.

3. RESULTADOS

3.1 Laboratório

O mapa do laboratório E201 com a localização dos seus equipamentos encontra-se na **Figura 7**.

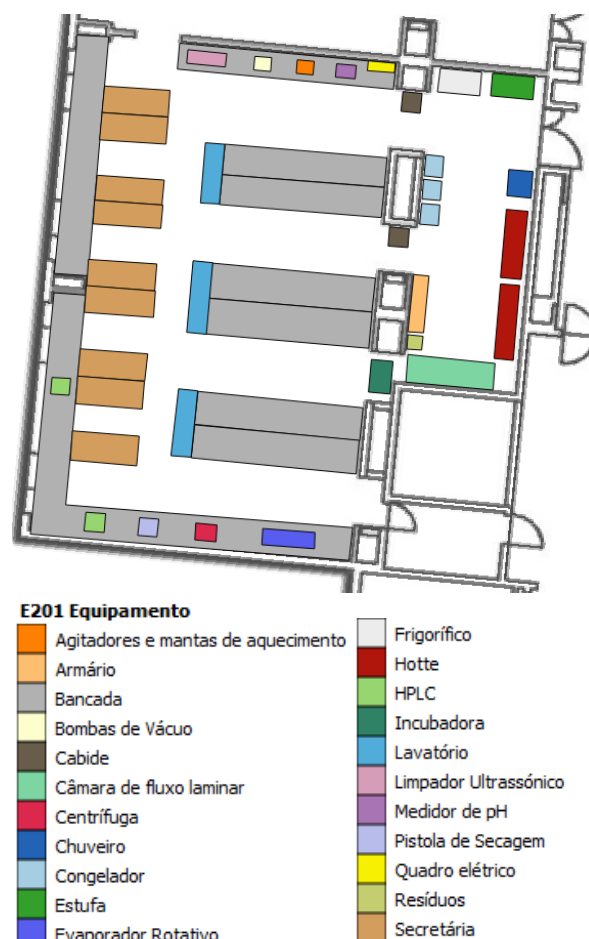


Figura 7 – Mapa em QGIS da distribuição espacial dos equipamentos em E201.

Neste espaço de trabalho, com 8 utilizadores habituais, tem um procedimento de segurança bastante claro aquando o início de utilização deste espaço por parte de um novo estudante ou investigador. É fornecida uma lista das regras gerais de segurança do laboratório e feita uma visita guiada para transmitir informação sobre o posicionamento dos equipamentos e cuidados a ter.

Para a avaliação de riscos do laboratório E201, foi feito um levantamento dos reagentes armazenados e utilizados e a sua posição espacial. Existe uma lista com esta informação na estante onde são guardados a maior parte dos químicos, no entanto foi observado que alguns materiais se encontravam fora do sítio, nas bancadas, como o Acetonitrilo, o Metanol e o Sulfato de Sódio, devido à elevada taxa de utilização por parte dos trabalhadores, que preferem não devolver os materiais à estante para ser mais rápido o seu uso. Outro ponto observado é que a estante de armazenamento não é fechada, o que a torna pouco segura se for empurrada e os reagentes caírem.

Em entrevista com os utilizadores do laboratório, os acidentes mais comuns são o partir material nas bancadas ou na *hotte*, especialmente o mais delicado de vidro como pipetas. Por esta razão, o tipo de contacto mais comum considerado para a elaboração dos mapas foi contacto direto.

Foi também observado que, das duas *hottes*, uma encontrava-se partida no vidro de proteção. Este ergue-se como um perigo de risco acrescentado, pois diminui a eficiência do seu funcionamento.

Seguindo o sistema HMIS para auxiliar a classificação da gravidade de risco de contacto com os reagentes químicos utilizados, distribuídos espacialmente, foram criados os mapas para o risco à saúde (**Figura 8**), risco de inflamabilidade (**Figura 9**) e risco de instabilidade (**Figura 10**).



Figura 8 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco à saúde em E201.

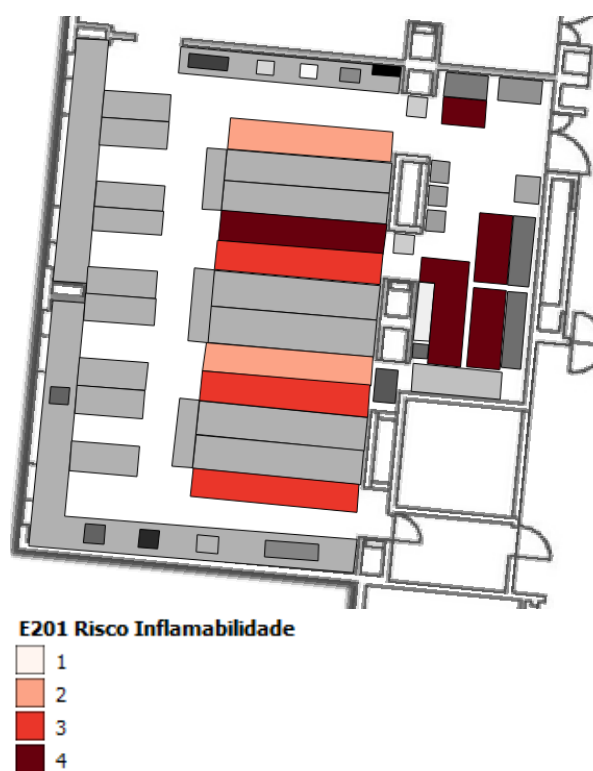


Figura 9 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco de inflamabilidade em E201.

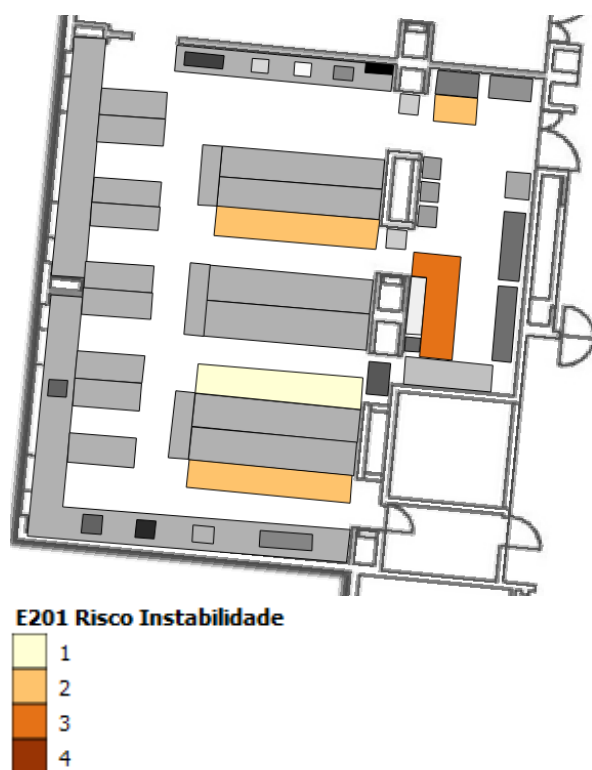


Figura 10 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco de instabilidade em E201.



Figura 11 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco físico em E201.

O risco físico em redor dos equipamentos e o risco ergonómico também foi analisado (**Figura 11 e 12**) e verificou-se que, apesar de grande parte do tempo executarem as suas atividades laboratoriais de pé em frente às bancadas e outros equipamentos, os utilizadores deste laboratório estão em constante movimento, o que permite uma menor exigência lombar para manter a mesma posição durante longos períodos de tempo. Por outro lado, na zona das secretárias, o risco de sofrer de tensão muscular aumenta com o maior número de horas no computador, considerando que as cadeiras disponibilizadas não são ergonómicas.



Figura 12 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco ergonómico em E201.

Por fim, considerando a gravidade de risco e a sua probabilidade, foi possível estabelecer o nível de risco e distribuí-lo espacialmente na **Figura 13**.



Figura 13 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco em E201.

Em análise do mapa final, observa-se que existem áreas de risco 2 e de risco 3, correspondentes a necessidades de intervenção a médio e a curto prazo respetivamente. Em relação às de risco 3, propõem-se arranjar o vidro partido da *hotte* para melhorar a segurança da sua utilização, substituir a estante de armazenamento dos reagentes por um armário fechado, colocar o frigorífico numa zona onde haja menor passagem de pessoas para não pôr em causa o manejo dos materiais e garantir que reagentes de maior perigosidade não sejam mantidos nas bancadas quando não são requeridos para atividade laboratorial. Em relação à zona influente do quadro elétrico, é proposto fechar o acesso entre essa área e a saída para reduzir a afluência de passagens.

Acerca das zonas de risco 2, sugere-se a obtenção de cadeiras mais apropriadas para longo uso e de altura ajustável para ser compatível com o computador.

Considerando a perspectiva de emergência, este laboratório contém um lava-olhos, chuveiro, manta ignífuga e extintor e nas suas

proximidades um botão de alarme (**Figura 14**). Em termos de evacuação, este tem duas opções de saída com portas de abertura para o exterior, sendo estas a porta principal e a porta utilizável a partir da sala E240, onde se encontram as balanças. Devido às posições extremas das duas saídas, a direção da evacuação pode ser facilmente adaptada de acordo com a localização do perigo emergente.

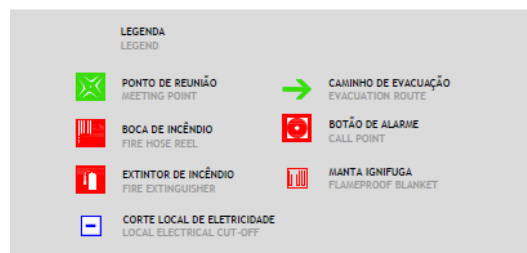
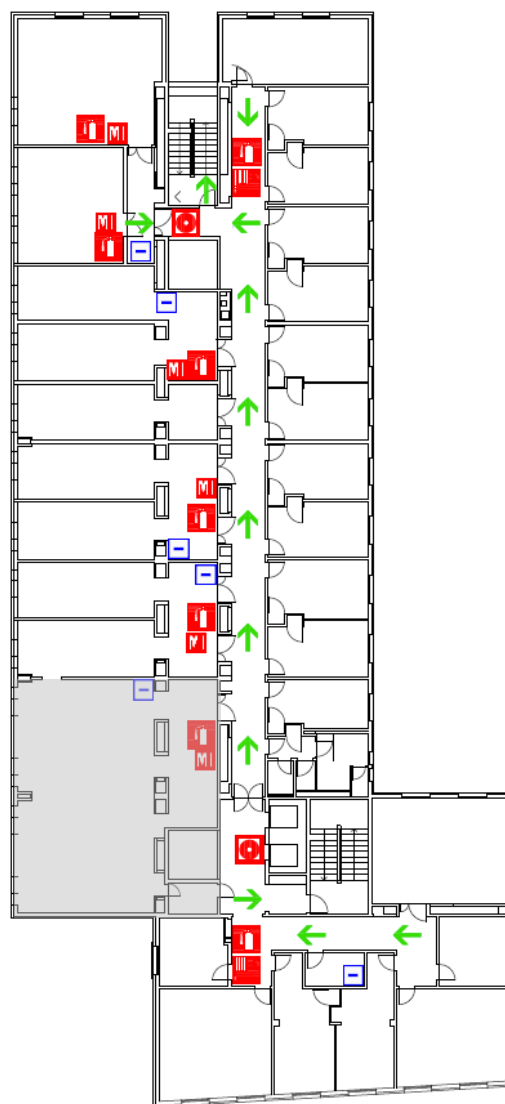


Figura 14 – Planta de Emergência no Edifício E, piso 2.

3.2 Sala de aula

O mapa da sala de aula B025 com a localização dos seus equipamentos encontra-se na **Figura 15**.



Figura 15 – Mapa em QGIS da distribuição espacial dos equipamentos e zonas em B025.

Esta sala de aula em formato de anfiteatro, com capacidade para 60 lugares sentados apresenta riscos relativamente inferiores ao do laboratório, sendo os mais relevantes e comuns os ergonómicos, devido às cadeiras serem pouco adaptadas ao seu uso prolongado durante as horas de aulas (até 3 horas seguidas), e os físicos, como a queda em altura das escadas (não existe corrimão nem está adaptado a pessoas com deficiência motora) e o choque elétrico. Este último não é tão comum porque as tomadas encontram-se protegidas do exterior e só aumentam o risco quando acedidas para carregamento de portáteis e outros equipamentos. Outro risco mais improvável é o de contacto com objeto em queda, nomeadamente o projetor, que se encontra preso no teto.

Não foi possível analisar a qualidade do ar, conforto térmico ou acústica que são fatores relevantes para a gestão de uma sala de aula, especialmente nesta, pois não possuía janelas e a ventilação era muitas vezes feita abrindo as portas, o que por sua vez aumentava os níveis de volume de ruído provenientes do corredor.

Os mapas para o risco ergonómico e o risco físico encontram-se nas **Figuras 16 e 17**.

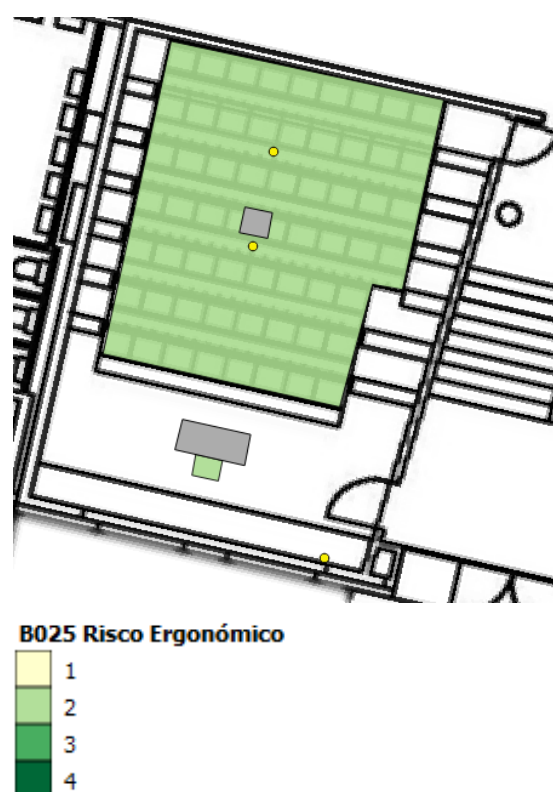


Figura 16 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco ergonómico em B025.

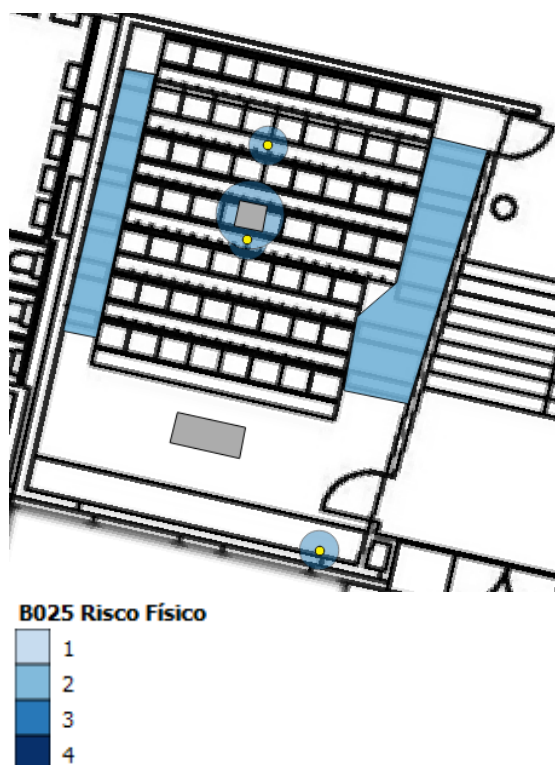


Figura 17 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco físico em B025.

Com o nível de gravidade definido e a probabilidade de ocorrência de acidentes baixa, o mapa de risco resultante é o seguinte:

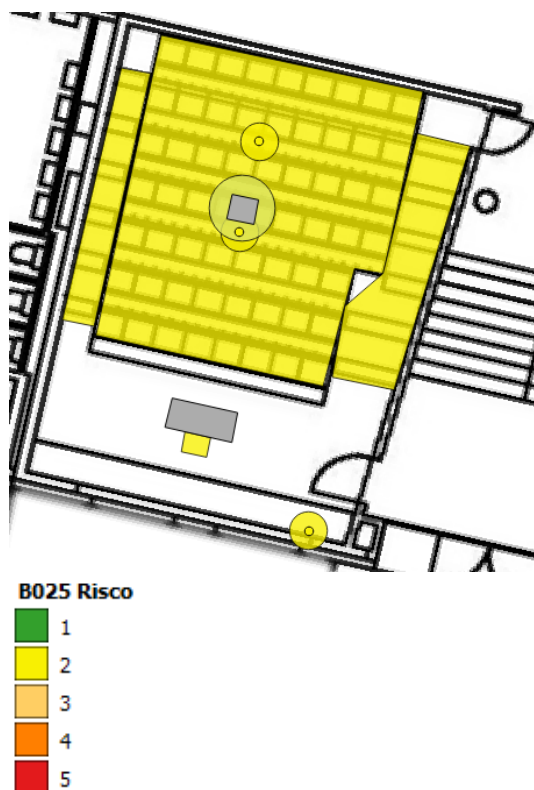


Figura 18 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco em B025.

O nível de risco final foi de 2, o que significa que apenas necessita intervenções a médio prazo. Uma sugestão de melhoria seria a instalação de corrimões nas escadas e outra seria substituir as cadeiras por outro modelo com melhor suporte lombar.

Esta sala é problemática em termos de emergência, considerando que não tem janelas e alberga cerca de 60 pessoas. Com duas possibilidades de saída, uma porta superior, perto dos estudantes, e uma inferior, perto do professor, esta última abre para dentro, o que não facilita a evacuação. A proximidade de uma boca de incêndio, um extintor, um botão de alarme e de uma saída para o exterior do edifício melhoram a preparação para situações de emergência.

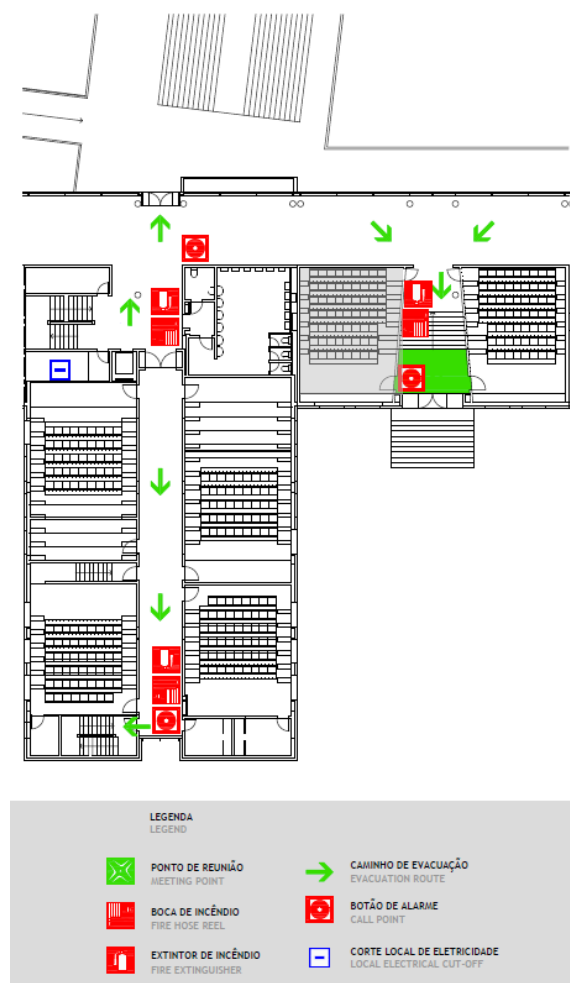


Figura 19 – Planta de Emergência no Edifício B, piso 0.

3.3 Gabinete

O mapa do gabinete G408 com a localização dos seus equipamentos encontra-se na **Figura 20**.

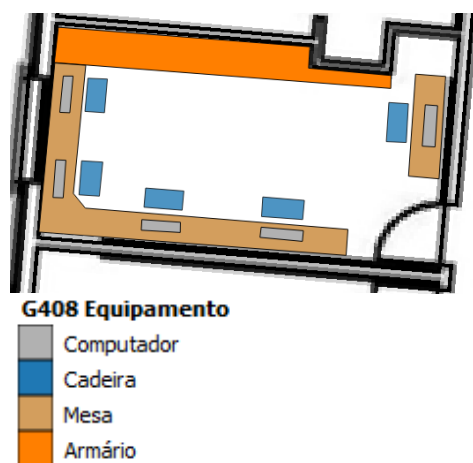


Figura 20 – Mapa em QGIS da distribuição espacial dos equipamentos em G408.

Neste gabinete utilizado por investigadores em 5 computadores, revelou um excesso de lotação para a área disponível. Com 4 tomadas, a necessidade de extensões é elevada, o que aumenta o risco de choque elétrico. Outro ponto observado foi o risco ergonómico, tendo em conta que estes investigadores passam cerca de 7/8 horas na posição sentada. Apesar de as cadeiras serem relativamente superiores às das salas de aula, algumas encontravam-se partidas.

Tal como o caso de estudo anterior, não foi possível avaliar qualidade do ar e conforto térmico, sendo o último o mais referido pelos utilizadores deste espaço.

Na figura abaixo estão apresentados os riscos ergonómicos e físicos deste espaço.

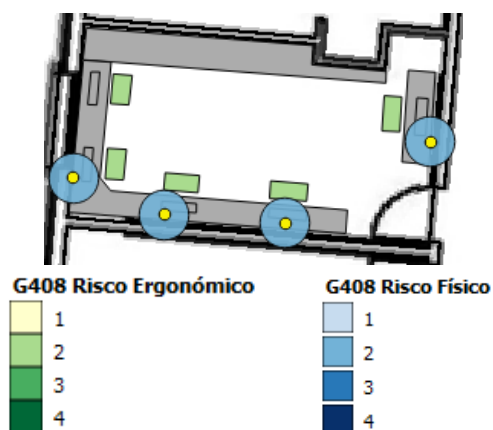


Figura 21 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco ergonómico e físico em G408.

Em semelhança aos casos anteriores, com a gravidade e probabilidade de ocorrência de acidentes, elaborou-se o mapa final de riscos que se encontra na **Figura 17**.

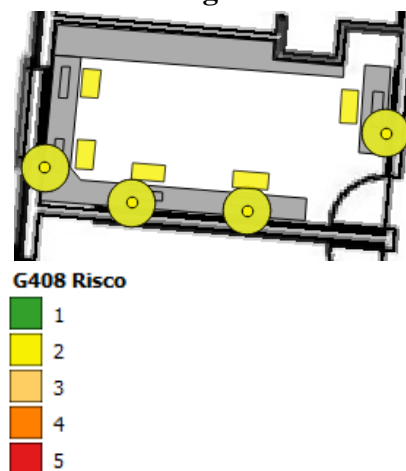


Figura 22 – Mapa em QGIS da distribuição espacial do risco em G408.

Neste espaço, o nível de risco é de 2, logo propõem-se como melhoria de gestão de espaço a distribuição dos utilizadores por outros gabinetes e a substituição das cadeiras partidas.

Devido à densidade de ocupação, este espaço tem problemas de emergência, nomeadamente de evacuação, apesar de se encontrar relativamente próximo de uma boca de incêndio, de um extintor e de um botão de alarme (**Figura 23**). Com 5 ocupantes numa área relativamente pequena e só com uma saída em que a porta abre para

dentro, a evacuação pode tornar-se complicada.

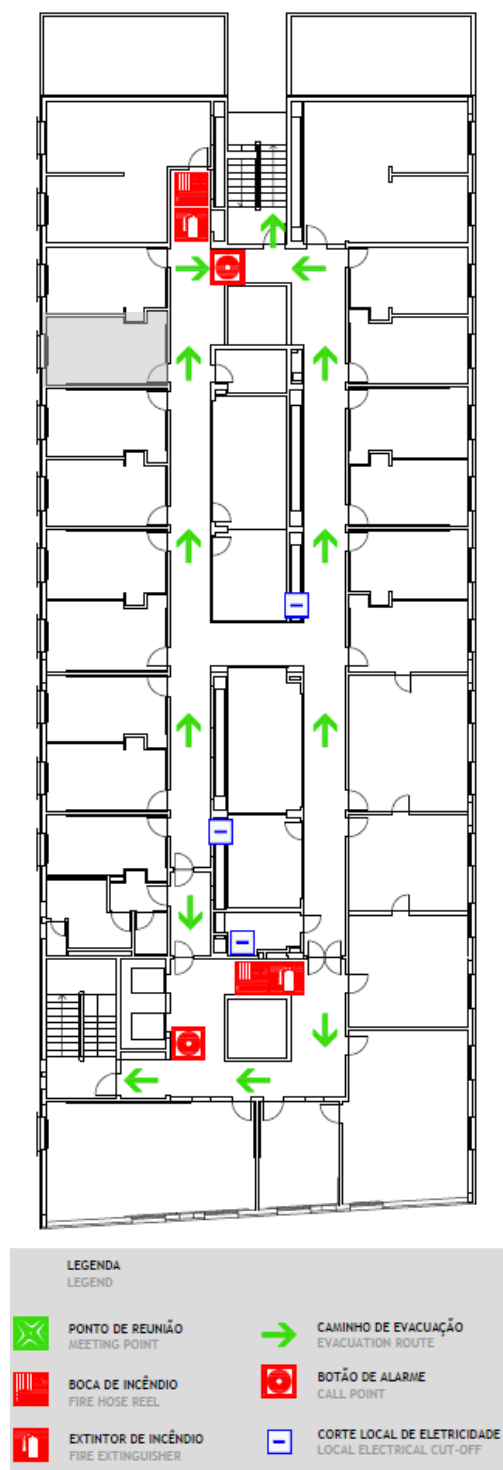


Figura 23 – Planta de Emergência no Edifício G, piso 4.

4. CONCLUSÕES

Apesar de um mapa de riscos estático revelar dificuldades na representação de riscos pontuais e/ou variáveis no tempo e no espaço, este demonstra as suas valências na identificação de perigos e riscos associados constantes no dia-a-dia que podem ser facilmente resolvidos com uma melhor gestão de espaço e uma comunicação clara com os seus trabalhadores.

Este trabalho permitiu a criação de uma base de dados inicial para três espaços-tipo, que permitiu uma ferramenta visual de identificação de riscos de modo a melhorar a simplificar a sua perceção, não só de situações de potencial emergência, mas também de efeitos a longo prazo.

Esta metodologia que se procede com a identificação de riscos; pontuação de acordo com o tipo, gravidade e probabilidade e a transposição da tabela para o QGIS com a identificação espacial da área de influência, apesar de ter criado a base de dados inicial, está limitada pela tecnologia utilizada. Para futura adição, remoção ou variação de pontuação dos riscos que se encontram nas áreas identificadas, basta fazer as alterações na tabela de atributos. No entanto, se o *layout* do laboratório sofrer modificações e/ou se forem adicionados novos perigos em localizações diferentes, será necessário criar uma camada de informação nova ou modelar as existentes.

Nos casos de aplicação apresentados, esta ferramenta permitiu identificar problemas de logística e layout no laboratório analisado, problemas ergonómicos e de evacuação na sala de aula e de densidade ocupacional no gabinete, potenciando a sua solução futura. Aquando a sua resolução, será necessária uma atualização da base de dados criada inicialmente.

O próximo passo para esta ferramenta será expandir os fatores considerados para permitir atingir outros níveis de transmissão de informação à comunidade.

5. REFERÊNCIAS

- American Chemical Society. 2015. *Identifying and Evaluating Hazards in Research Laboratories*. USA: American Chemical Society, 2015.
- Bernardo, Carlos Emanuel Pereira. 2014. *Análise e Classificação de Indicadores de Gestão de Riscos Ocupacionais Sectoriais – Laboratórios Académicos*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- Conselho da União Europeia. 1989. *Directiva 89/391/CEE*. Europa: Conselho da União Europeia, 1989.
- EU-OSHA. 2010. *European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER): Managing safety and health at work*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2010.
- EU-OSHA. 1996. *Guidance on Risk Assessment at Work*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 1996. ISBN 92-827-4278-4.
- EU-OSHA. 2009. *Preventing risks to young workers: policy, programmes, and workplace practices*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities, 2009.
- Marendaz, Jean-Luc and Suard, Jean-Claude & Meyer, T. 2013. *A systematic tool for Assessment and Classification of Hazards in Laboratories (ACHiL)*. Safety Science. 2013, Vol. 53, pp. 168-176.
- Marú, Carla Maria Sousa. 2011. *Ferramenta Prática de Classificação Visual - Mapa de riscos*. Porto: Faculdade de Engenharia da Faculdade do Porto, 2011.
- Safety Institute of Australia, Lda. 2006. *From Risk Perception to Safe Behaviour*. Australia: Safety Institute of Australia, Lda, 2006.

CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Analizando o trabalho executado no primeiro artigo de revisão sistemática e no segundo artigo de aplicação de um mapa de riscos a três casos de estudo, foi possível atingir-se diversas conclusões. O tema de mapas de risco em ambiente escolar é relativamente inexplorado, existindo maioritariamente mapas de emergência. Os riscos a que estudantes, professores, investigadores e funcionários se deparam no seu dia-a-dia nem sempre se encontram suficientemente claros, principalmente a utilizadores recentes do espaço, daí nascendo a necessidade de uma representação visual simples para aumentar a perceção do perigo e risco associado, mesmo com falta de conhecimento mais aprofundado.

Assim sendo, a aplicação de um mapa de riscos básico a três casos piloto (laboratório, sala de aula e gabinete) permitiu identificar aspetos de melhoria na gestão logística e de espaço em cada situação considerada.

Devido à natureza exploratória deste trabalho, este pode servir como base para expandir a análise de riscos a toda a faculdade de engenharia, considerando que este é um objetivo trabalhoso, mas com resultados que poderão beneficiar o seu funcionamento e melhorar a gestão de todos os espaços através da identificação de problemas e auxílio na criação de estratégias para tornar o local de estudo e de trabalho o mais seguro e eficiente possível.

Esta análise seria mais completa com a expansão dos fatores de avaliação considerados, como a acústica, qualidade do ar, conforto térmico e explorar mais aprofundadamente fatores de ergonomia. Para tal, seriam necessários recursos para apoiar a recolha de dados e adicionar estes elementos a esta ferramenta de identificação de riscos.

ANEXOS

1.1 Tabela HMIS

CHEMICAL COMMUNICATION WALL CHART			
HAZARDOUS MATERIAL INDEX RATINGS			
RATING GUIDE	FLAMMABILITY HAZARD	REACTIVITY HAZARD	HEALTH HAZARD
4 SEVERE HAZARD	4 Very flammable gases or very volatile flammable liquids with flash points below 73°F and boiling points below 100°F (NFPA Class IA).	4 These materials are readily capable of detonation or explosive decomposition at normal temperatures and pressures.	4 Life threatening major or permanent damage may result from single or repeated exposures.
3 SERIOUS HAZARD	3 Materials capable of ignition under almost all normal temperature conditions, including flammable liquids with flash points below 73°F and boiling points at or above 100°F as well as liquids with flash points at or above 73°F and below 100°F (NFPA Classes IB and IC).	3 Materials which are capable of detonation or explosive reaction but require a strong initiating source, or must be heated under confinement before initiation, or materials which react explosively with water.	3 Major injury likely unless prompt action is taken and medical treatment is given.
2 MODERATE HAZARD	2 Material which must be moderately heated before ignition will occur, including flammable liquids with flash points at or above 100°F and below 200°F (NFPA Class II and Class IIA).	2 Materials which in themselves are normally unstable and will readily undergo violent chemical change, but will not detonate. These materials may also react violently with water.	2 Temporary or minor injury may occur.
1 SLIGHT HAZARD	1 Materials which must be moderately heated before ignition will occur, including flammable liquids with flash points at or above 100°F and below 200°F (NFPA Class IIB).	1 Materials which are normally stable but can become unstable at high temperatures and pressures. These materials may react with water but will not release energy violently.	1 Irritation or minor reversible injury possible.
0 MINIMAL HAZARD	0 Materials which are normally stable and will not burn unless heated.	0 Materials which are normally stable even under fire conditions and which will not react with water.	0 No significant risk to health.
PERSONAL PROTECTION INDEX		PERSONAL PROTECTION CODES	

Figura 24 – Tabela HMIS.

1.2 Lista de Reagentes

Tabela 4 – Lista de Reagentes no Laboratório E201

Reagentes	Fórmula Química	Unid.	Localização	Risco à Saúde	Risco de Inflamabilidade	Risco de Instabilidade	Proteção Individual
Nitrato de cádmio	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	1	Estante	4	0	2	E
Antraceno	$\text{C}_{14}\text{H}_{10}$	1	Estante	0	1	0	E
Iodato de potássio	KIO_3	1	Estante	1	0	3	F
Carbonato de cálcio	CaCO_3	1	Estante	2	0	0	E
Nitrato de ferro (III)	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$	1	Estante	3	0	0	E
Acetato de chumbo (II)	$\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$	2	Estante	2	1	0	E
Sulfato de prata	Ag_2SO_4	3	Estante	2	0	0	E
Ácido nordihidroguaiarético	$\text{C}_{18}\text{H}_{22}\text{O}_4$	1	Estante	2	1	0	E
Cloreto de Potássio	KCl	1	Estante	1	0	0	E
Azul de bromotimol	$\text{C}_{27}\text{H}_{28}\text{Br}_2\text{O}_5 \text{S}$	1	Estante	2	1	0	E
Iodato de potássio	KIO_3	1	Estante	1	0	3	F
Iodo	I_2	1	Estante	3	0	0	J
Cloreto de amónio	NH_4Cl	1	Estante	2	0	0	E
L(+)-Ácido tartárico	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$	1	Estante	2	1	0	J
Hidróxido de potássio	KOH	2	Estante e bancada José	3	0	2	J
Ureia	NH_2CONH_2	1	Estante	2	1	0	E
Brij 35		1	Estante	1	1	0	E
Ácido bórico	H_3BO_3	1	Estante	2	0	0	E
Hidrogenofosfato de potássio	KH_2PO_4	1	Estante	1	0	0	E
Hidrogenofosfato de disódio	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$	4	Estante e bancada Salomé	1	0	0	E
Carbonato de sódio	Na_2CO_3	3	Estante	2	0	1	E
Tiocianato de potássio	KSCN	1	Estante	2	0	0	E
Sulfato de chumbo (II)	PbSO_4	1	Estante	3	0	0	J
Hidróxido de Cálcio	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	1	Estante	2	0	0	J
Hidróxido de Sódio	NaOH	2	Estante e bancada Salomé	3	0	2	J
Acetato de Sódio	CH_3COONa	2	Estante	2	1	0	E
Sulfato de Zinco	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	1	Estante	2	0	0	E
Carbonato de chumbo (II)	PbCO_3	1	Estante	2	0	0	E
Titriplex III (EDTA)	$\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	2	Estante	2	0	0	H
D(+)-Glucose	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	1	Estante	1	1	0	A
Sacarose	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	2	Estante	1	1	0	X
Sulfato de amónio e ferro (III)	$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$	2	Estante	1	0	0	E

Fosfato de potássio	K_3PO_4	1	Estante	1	0	0	E
Sorbato de potássio	$C_6H_7KO_2$	1	Estante	2	1	0	E
Hidrogenossulfito de sódio	$NaHSO_3$	1	Estante	2	0	0	E
2,2'-Biquinolina	$C_{18}H_{12}N_2$	2	Estante	1	1	0	E
Negro de ericrómio T	$C_{20}H_{12}N_3O_7S$ Na	1	Estante	1	0	0	E
Cloreto de cálcio	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	2	Estante	2	0	1	C
Amido solúvel	$(C_6H_{10}O_5)_n$	1	Estante	1	0	0	
Nitrato de Prata	$AgNO_3$	1	Estante	3	0	0	J
Dicromato de potássio	$K_2Cr_2O_7$	2	Estante	4	0	0	E
Semicarbazida	COH_5N_3	1	Estante	2	1	0	E
Nitrato de chumbo (II)	$Pb(NO_3)_2$	1	Estante	3	0	3	H
Nitrato de ferro (III)	$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	1	Estante	3	0	0	E
Nitrato de amónio	NH_4NO_3	1	Estante	2	1	1	E
Sulfato de magnésio	$MgSO_4$	6	Estante	1	0	0	E
Sulfato de sódio	Na_2SO_4	1	Estante	2	0	0	E
Cloreto de cobre (I)	$CuCl$	3	Estante	3	0	0	J
Sulfato de amónio	$(NH_4)_2SO_4$	1	Estante	2	1	0	E
Bromato de potássio	$BrKO_3$	1	Estante	1	0	0	E
Hidrogenofosfato de potássio	K_2HPO_4	1	Estante	2	0	0	E
Cloreto de níquel (III)	$NiCl_3 \cdot 6H_2O$	1	Estante	3	0	0	E
Cloreto de Magnésio	$MgCl_2$	1	Estante	1	0	0	A
Hidrogenossulfato de tetrabutíloamonio	$C_{16}H_{37}NO_4S$	1	Estante	2	1	0	E
Magnésio	Mg	1	Estante	1	3	2	E
Ácido barbitúrico	$C_4H_4N_2O_3$	1	Estante	2	1	0	E
L-Leucina	$C_6H_{13}NO_2$	1	Estante	3	1	0	J
L-Fenilalanina	$C_9H_{11}NO_2$	1	Estante	2	1	0	E
L-Prolina	$C_5H_9NO_2$	2	Estante	2	1	0	J
Tirosina	$C_9H_{11}NO_3$	1	Estante	1	0	0	E
DL-Norleucina	$C_6H_{13}NO_2$	3	Estante	1	1	0	E
L-Arginina	$C_6H_{14}N_4O_2$	1	Estante	1	1	0	E
L-Cisteína	$C_3H_7NO_2S$	2	Estante	2	1	0	E
DL-Metionina	$C_5H_{11}NO_2S$	1	Estante	2	1	0	E
DL-Alanina	$C_3H_7NO_2$	2	Estante	2	1	0	E
DL-Serina	$C_3H_7NO_3$	1	Estante	2	1	0	E
L-Ornitina	$C_5H_{12}N_2O_2$	1	Estante	2	1	0	E
Azul de timol	$C_{27}H_{30}O_5S$	1	Estante	1	1	0	E
L-Triptofano	$C_{11}H_{12}N_2O_2$	2	Estante e frigorífico LS	1	1	0	
DL-Treonina	$C_4H_9NO_3$	1	Estante	2	1	0	E
Tiamina	$C_{12}H_{17}N_4OS$	1	Estante	2	1	0	E
L-Glutamina	$C_5H_{10}N_2O_3$	2	Estante e frigorífico LS	1	1	0	A

L-Metionina	$C_5H_{11}NO_2S$	1	Estante	1	1	0	E
L-Cistina	$C_6H_{12}N_2O_4S_2$	1	Estante	1	1	0	A
DL-beta-Fenilalanina	$C_9H_{11}NO_2$	1	Estante	2	1	0	E
L-Isoleucina	$C_6H_{13}NO_2$	1	Estante	2	1	0	E
Polietileno glicol	$C_{2n+2}H_{4n+6}O_n$ +2	1	Estante	1	1	0	G
Cloreto de crómio (II)	$CrCl_2 \cdot 2H_2O$	1	Estante	2	0	0	E
Trifenilfosfato	$C_{18}H_{15}O_4P$	1	Estante	2	1	0	E
EDTA tetrasódico	$C_{10}H_{12}N_2O_8$ Na ₄	1	Estante	1	1	0	E
Carvão ativado		6	Estante e bancada Vera	1	3	0	E
Etilamina	$C_2H_7N \cdot HCl$	1	Frigorífico LS	3	4	0	J
Hidreto de alumínio e lítio	$LiAlH_4$	1	Frigorífico LS	3	3	2	J
Óxido de alumínio	Al_2O_3	1	Bancada José	2	0	0	E
Cloreto de sódio	$NaCl$	1	Bancada José	1	0	0	E
Álcool polivinílico (Mowiol 18-88)	$(C_2H_4O)_x$	1	Bancada Leandro	1	2	0	E
Heptanossulfonato de sódio	$C_7H_{15}NaO_3S$	1	Bancada Leandro	2	1	0	E
Formiato de amónio	$HCOONH_4$	2	Bancada Mónica	2	1	0	E
Hidrogenocarbonato de sódio	$NaHCO_3$	1	Estante	1	0	0	E
Ácido cítrico	$C_6H_8O_7 \cdot H_2O$	2	Bancada Salomé e bancada Katerina	2	1	0	E
Carbonato de potássio	K_2CO_3	1	Bancada Salomé	2	1	0	E
Hidrogenofosfato de sódio	$NaH_2PO_4 \cdot H_2O$	2	Bancada Salomé	1	0	0	E
Sulfito de sódio	Na_2SO_3	1	Bancada Vera	2	0	0	E
Sulfato de ferro (II)	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	1	Bancada Vera	2	0	0	E
Sulfato de mercúrio (II)	$HgSO_4$	1	Estante	3	0	0	E
1,7-Diaminoeptano	$C_7H_{18}N_2$	1	Frigorífico LS	3	0	0	E
Metilcarbamato	$NH_2CO_2CH_3$	1	Frigorífico LS	2	1	0	E
Bisulfito de sódio	$Na_2S_2O_5$	3	Estante	2	0	0	E
Trifosfato pentassódico	$Na_5P_3O_{10}$	1	Estante	2	0	0	E
Solução indicadora de bromotimol	$C_{57}H_{28}Br_2O_5$ S	1	Estante	1	3	0	H
Ácido mercaptopropiónico	$C_3H_6O_2S$	1	Estante	3	1	0	
Azul de metileno 1%	$C_{16}H_{18}N_3SCl$	1	Estante	0	0	0	A

Iodometano	CH ₂ I	1	Estante	2	1	0	H
1,2-Propanodiol	C ₃ H ₈ O ₂	1	Estante	2	1	0	H
Piridina	C ₅ H ₅ N	1	Estante	2	3	0	X
Triclorometano	CHCl ₃	1	Estante	2	0	0	H
Trietilamina	C ₆ H ₁₅ N	1	Estante	3	3	0	H
Metanol	CH ₃ OH	6	Estante, bancada Katerina, bancada Vera e bancada Salomé	2	3	0	H
Metil-terc-butil éter (MTBE)	C ₅ H ₁₂ O	1	Estante	2	3	0	H
Ácido acético glacial	CH ₃ COOH	4	Estante e bancada Katerina	3	2	0	H
2-Pentanol	C ₅ H ₁₂ O	1	Estante	2	3	0	H
Acetonitrilo	CH ₃ CN	2	Estante	2	3	0	H
Ácido iodídico	HI	1	Estante	3	0	1	H
1-Propanol	C ₃ H ₈ O	2	Estante	1	3	0	H
Clorofórmio	CHCl ₃	4	Estante	2	0	0	H
Acetona	CH ₃ COCH ₃	3	Estante e armário da hotte	2	3	0	H
Benzeno	C ₆ H ₆	3	Estante	2	3	0	H
Diclorometano	CH ₂ Cl ₂	3	Estante	2	1	0	H
Éter de petróleo		2	Estante	2	3	0	J
n-Hexano	C ₆ H ₁₄	8	Estante e armário da hotte	2	3	0	G
Tetracloroeto de carbono	CCl ₄	1	Estante	2	0	0	H
Éter etílico	C ₄ H ₁₀ O	3	Estante, armário da hotte e bancada José	2	4	0	H
Ciclo-hexano	C ₆ H ₁₂	1	Estante	1	3	0	H
Acetato de etilo	C ₄ H ₈ O ₂	3	Estante e armário da hotte	2	3	0	G
Ácido clorídrico fumante	HCl	1	Estante	3	0	1	
Propanal	C ₂ H ₅ CHO	1	Frigorífico LS	2	3	0	H
Acetaldeído	CH ₃ CHO	1	Frigorífico LS	2	4	0	J
Óxido de deutério (Água pesada)	D ₂ O	1	Frigorífico LS	1	0	0	A
Clorofórmio D-1	CDCl ₃	1	Frigorífico LS	2	0	0	H
Benzo(a)pireno	C ₂₀ H ₁₂	2	Frigorífico LS	2	1	0	C

Ácido orto-fosfórico	H ₃ PO ₄	2	Estante	3	0	0	
Ácido fórmico	HCOOH	1	Bancada Mónica	3	2	0	
Hidróxido de sódio 0,1 M (titulação)	NaOH	3	Bancada Vera	2	0	0	
Ácido clorídrico 0,1 M (titulação)	HCl	2	Bancada Vera	2	0	0	J
Peróxido de hidrogénio 30%	H ₂ O ₂	2	Bancada Vera	3	0	1	
Etanol	CH ₃ CH ₂ OH	3	Bancada Katerina	2	3	0	E
2-Propanol	C ₃ H ₈ O	1	Bancada Katerina	2	3	0	E
n-Dodecano	C ₁₂ H ₂₆	2	Estante	2	2	0	G
Clorobenzeno	C ₆ H ₅ Cl	1	Estante	2	3	0	H